

(43)公開日 平成13年4月6日(2001.4.6)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ページ・コード(参考)
H 0 2 K 3/04		H 0 2 K 3/04	E 5 H 6 0 3
B 6 0 K 6/02		5/04	5 H 6 0 5
H 0 2 K 5/04		9/197	5 H 6 0 9
9/197		16/02	
16/02		B 6 0 K 9/00	C

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 11 頁)

弁理士 大川 宏

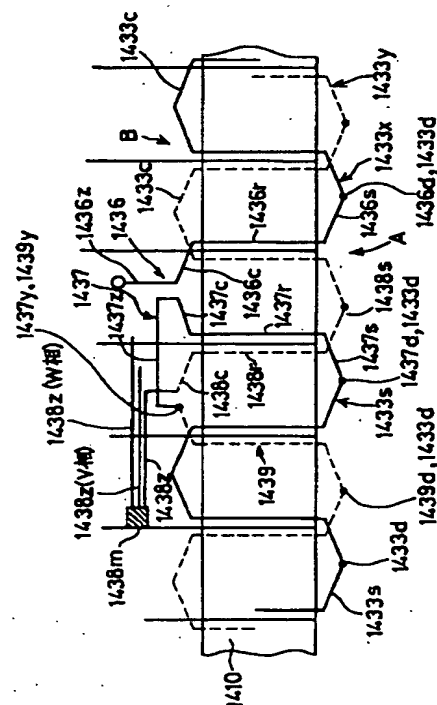
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機

(57) 【要約】

【課題】 導体セグメント接合型ステータコイルのコイルエンドの特異形状にかかわらず、冷却性及び制振性に優れた回転電機を提供すること。

【解決手段】 導体セグメント接合型ステータコイルで構成される星型結線された多相のステータコイル 1 4 2 0 の中性点をなす中性点導体 1 4 3 8 z、及び、各相コイルの出力引き出し線をなす引き出し導体 1 4 3 6 z は、飛出部 1 4 3 3 s よりも軸方向長が短い曲部 1 4 3 3 c の側にて、曲部 1 4 3 3 c よりも更に反ステータコア側に位置して配置されるので、これら中性点導体 1 4 3 8 z や引き出し導体 1 4 3 6 z を飛出部 1 4 3 3 s 側に設けるのに比べて、格段に両コイルエンド群 A、B の軸方向長のばらつきを縮小、均等化することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】内周面部に多数のスロットを有するステータコアと、

前記ステータコアの多数のスロットに一方側から貫挿される多数のU字状導体を有し、前記導体セグメント接合型ステータコイルは、多数の相コイルの各一端を中性点接続して星型結線多相コイルを構成する導体セグメント接合型ステータコイルと、

前記ステータコアを内周面にて支持する周壁、及び、前記周壁の両端から径内側に延設されて軸受けを介してロータを回転自在に支承する一対の端壁を有するハウジングとを備え、

各前記U字状導体は、

互いに平行な一対の直線部の基端間を繋いで曲部側コイルエンドとなす曲部と、

前記スロットから前記スロットの他方側に飛び出した前記直線部の飛出部分を周方向に曲成して飛出部側コイルエンドとなすとともに先端部が他の前記U字状導体の先端部に一対ずつ接合される飛出部と、

前記曲部及び飛出部を接続して前記スロット内に収容されるスロット導体部と、

を有する導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機において、

各前記相コイルの一端から延設される出力引き出し線をなす引き出し導体、及び、前記中性点をなす中性点導体は、前記スロットの一方側にて、前記曲部側コイルエンドよりも更に反ステータコア側に位置して配置されることを特徴とする導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機。

【請求項2】請求項1記載の導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機において、

前記引き出し導体は、

前記スロットの他方側にて周方向に曲成されて所定の前記U字状導体の前記接合部に接合される最初の飛出部と、一端が前記最初の飛出部から延在して前記出力引き出し線に最も近接するコイル部分をなす最初のスロット導体部とともに前記相コイルの最初の導体セグメントを構成することを特徴とする導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機。

【請求項3】請求項2記載の導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機において、

前記引き出し導体は、各前記導体セグメントの前記曲部側コイルエンドよりも更に反ステータコア側に位置して周方向に所定角度延在することを特徴とする導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機。

【請求項4】請求項1記載の導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機において、

前記中性点導体は、

前記スロットの他方側にて周方向に曲成されて所定の前記U字状導体の前記接合部に接合される最後の飛出部

と、一端が前記最後の飛出部から延在して前記中性点に最も近接するコイル部分をなす最後のスロット導体部とともに前記相コイルの最後の導体セグメントを構成することを特徴とする導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機。

【請求項5】請求項4記載の導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機において、

各前記中性点導体は、各前記導体セグメントの前記曲部側コイルエンドよりも更に反ステータコア側に位置して互いに軸方向に重なりつつ周方向に所定角度延在することを特徴とする導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機。

【請求項6】請求項1記載の導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機において、

各前記相コイルは、互いに電気角で位相が π だけ離れて前記ステータコアに波巻きで巻装される一対の部分相コイルを有し、

前記两部分相コイルは、前記两部分相コイルの一方又は両方と一体に形成されて前記スロットの一方側にて周方向に延設された連結部を通じて直列接続され、

前記連結部は、各前記導体セグメントの前記曲部側コイルエンドよりも更に反ステータコア側に配置されることを特徴とする導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機。

【請求項7】請求項1乃至6記載の導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機において、

前記ステータコアの内周面に密着して軸方向に延設されるとともに両端がハウジングの内表面に密接して前記ハウジングとともに、前記導体セグメント接合型ステータコイル及び前記ステータコアを収容するステータ収容空間を形成する円筒状シール部材と、前記ステータ収容空間のうちの前記ステータコアの両側の一対のコイルエンド収容空間を連通する連通孔と、ラジエータと、前記ポンプとを有し、

前記ポンプは、前記両コイルエンド収容空間の一方、連通孔、前記両コイルエンド収容空間の他方、ラジエータの順に冷却液を循環させ、かつ、前記コイルエンド収容空間において少なくとも軸方向に前記冷却液を流すことを特徴とする導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機。

【請求項8】請求項7記載の導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機において、

前記飛出部側コイルエンドを収容する前記コイルエンド収容空間と前記ラジエータ又はポンプを接続する配管部は、前記飛出部側コイルエンドの軸方向反ステータコア側に位置して前記飛出部側コイルエンドに向けて開口し、この開口から冷却液を吐出又は吸入することを特徴とする導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機。

【請求項9】請求項8記載の導体セグメント接合型ステ

ータコイルを有する回転電機において、電気絶縁性を有して径内側の前記飛出部又は曲部と径外側の前記飛出部又は曲部との間に介設される略円筒状の層間絶縁板と、

前記層間絶縁板と前記ステータコアの端面との間に形成されて前記冷却液を少なくとも径方向に流す径方向通路とを有することを特徴とする導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機。

【請求項10】請求項1記載の導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機において、

前記ハウジングの前記両端壁は、軸受けを介して外側ロータの円筒状軸部を回転自在に支承するとともに、前記円筒状軸部及び軸受けを通じて内側ロータの軸部を回転自在に支承することを特徴とする導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機に関する。

【0002】

【従来の技術】本出願人の出願になる特開平11-75334号公報は、スロットに挿入した松葉状導体（U字状導体ともいう）の端部同士をステータコアの一端側で順次接合して形成した導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機を開示している。この導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機は、いわゆるワインディング工程が要らないので、ステータコイルの断面をスロットの占有空間断面に略等しい（相似の）矩形断面とすることができ、スロット占積率の向上により、小型で高出力の回転電機を実現することができる。

【0003】また、特開平11-75346号公報は、この導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機において、導体セグメントのコイルエンド部分を冷却風の流れ方向かつロータ回転方向に順方向に傾設してコイルエンド空冷効果を向上した開放型回転電機を開示している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機では、ステータコイルは従来のコイルワインディング工程とはまったく異なる技法で作製されるために、ステータコイルの両側のコイルエンド部分の軸方向必要寸法が不均一となり、このため、ハウジングの両側の端壁とステータコアの端面との間の空間（以下、コイルエンド収容空間ともいう）の軸方向長がアンバランスとなるといった問題があった。

【0005】更に説明する。

【0006】導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機では、一方のコイルエンドは、U字状導体の一对の直線部を接続する曲部で構成されるため、導体

セグメント間の接合を必要とせず、また、スロット挿入前にあらかじめU字状に湾曲形成することができるので、この曲部側コイルエンドの軸方向長は必要最小限とすることができる。

【0007】これに対して、他方のコイルエンドはスロット挿入時にはスロット挿通のためにスロットと平行になっており、スロットから飛び出した後、周方向に折り曲げて作製されるため、あまりに折り曲げると絶縁皮膜が破れたり、ストレスが残留したりして絶縁劣化する可能性があり、周方向へ急角度に折り曲げることが難しく、その結果として飛出部側コイルエンドの軸方向長は曲部側コイルエンドのそれに対して大きくなってしま

う。

【0008】その上、飛出部側コイルエンドは、スロットから飛び出した導体セグメントの直線部である飛出部を折り曲げて作製されるが、この飛出部の先端部は他の飛出部の先端部に接合する必要があるため、このため、周方向へ屈曲された飛出部の先端部は再度軸方向へ延設されて接合部とされる必要がある。したがって、飛出部側コイルエンドの軸方向長は更に大きくなってしま

う。

【0009】ロータは、軸受けを介してハウジングの両側の端壁により支承されるために、これら端壁とステータコアの端面との間の空間（以下、コイルエンド収容空間の軸方向長の上記アンバランスは、ロータ支持性を悪化させる。

【0010】更に説明する。

【0011】ロータの回転重心を完全に軸心に一致させることは困難で、ロータ重心は通常、軸心から所定距離偏心しており、このため、ロータの回転によりこのロータ重心には回転する遠心力が作用し、ロータ及びそれを支承するシャフトには径方向の力が掛かる。この力は、シャフト及び軸受けを通じて最終的にハウジングの端壁部に支承されるが、ロータ重心からハウジングの端壁部までの距離が大きいと、この距離に比例する曲げモーメントにより、シャフトは径方向に曲がり、これに起因してロータの振動が生じたり、軸受けに悪影響が生じる。この問題を改善するには、ロータ重心からハウジングの両側の端壁部までの距離をそれぞれ小さくする（均等とする）ことが必要であるが、導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機では上記理由により、この距離の均等化が容易ではない。

【0012】もちろん、シャフトを太くするなどの対策は可能であるが、重量、体積の増大を招く。また、内側ロータの径外側に外側ロータを相対回転自在に被せてなる二重ロータ型回転電機では、外側ロータのシャフトは円筒形状となるので、軸受け径の径小化の必要性を考えると、シャフトの断面積を十分に増大させることは容易ではない。

【0013】結局、この二重ロータ型回転電機や高速回転電機に上述の導体セグメント接合型ステータコイルを

利用することは、ロータ振動の点で現実的でないという問題があった。

【0014】本発明は、上記問題点に鑑みなされたものであり、導体セグメント接合型ステータコイルのコイルエンドの特異形状にかかわらず、重量増大を回避しつつ二重ロータ型回転電機や高速回転電機のロータ振動を低減することをその目的としている。

【0015】次に、上述した導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機では、スロット内の空間及びコイルエンド存在空間における導体の占有密度が高く、その分、これら空間における単位容積あたりの発熱量が増加し、これらの結果として導体セグメントなどが高温化するという問題があった。公知のステータコイルのコイルエンドを液冷する技術（コイルエンド液冷技術という）の採用によりステータコイルの冷却性を向上することも考えられるが、導体セグメント接合型ステータコイルでは上述のようにコイルエンド部分で導体が高密度に集積されるため、冷却液の流れが悪化し、液冷技術採用によるステータコイルの冷却性の向上効果が減殺されてしまった。もちろん、冷却液循環ポンプの馬力を増強することによりこの問題を改善できるが、回転電機の全体効率が低下してしまう。

【0016】また、上述したコイルエンド液冷技術は優れたステータコイル冷却性を奏するが、導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機では、両方のコイルエンドの導体量及びその総表面積が上述したように不均等となるため、両方のコイルエンドの冷却性がばらつくという問題もあった。

【0017】本発明は上記問題点に鑑みなされたものであり、導体セグメント接合型ステータコイルのコイルエンドの特異形状にかかわらず、ポンプ動力を増大することなくステータコイルの冷却性を向上することをその目的としている。

【0018】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の回転電機によれば、導体セグメント接合型ステータコイルで構成される星型結線された多相のステータコイルの中性点をなす中性点導体、及び、各相コイルの出力引き出し線をなす引き出し導体は、飛出部側コイルエンドよりも軸方向長が短い曲部側コイルエンドの側にて、曲部側コイルエンドよりも更に反ステータコア側に位置して配置されるので、これら中性点導体や引き出し導体を飛出部側コイルエンドの側に設けるのに比べて、格段に両コイルエンドの軸方向長のばらつきを縮小、均等化することができ、これにより上述した課題を解決して以下の作用効果を奏することができる。

【0019】すなわち、両側のコイルエンド部分の軸方向必要寸法の差を減らすことができるので、ハウジングの両側の端壁とステータコアの端面との間の空間（以下、コイルエンド収容空間ともいう）の軸方向長を均等

化することができ、これにより、ロータ重心とその両側の軸受けとの間の距離が増大することを防止できる。その結果、ロータ重心の偏心によってロータ重心に作用するシャフト曲げモーメントを減少させることができ、シャフト大断面積化を図ることなしにロータ振動を低減し、軸受けも小型化し、回転電機を軽量化することができる。

【0020】請求項2記載の構成によれば請求項1記載の導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機において更に、引き出し導体は、一本の直線状の導体セグメント（I字状導体ともいう）をスロットに挿通し、その飛出部側を通常の飛出部と同じく周方向に曲げて飛出部側コイルエンドとする。

【0021】このようにすれば、他のU字状導体の配列に邪魔されることなく、曲部側に出力引き出し線を配置することができ、更に、飛出部側にて、すべての飛出部の先端部すなわち接合部を良好に接合することができる。

【0022】請求項3記載の構成によれば請求項2記載の導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機において更に、引き出し導体は、曲部側コイルエンドよりも更に反ステータコア側に位置して周方向に所定角度延在するので、複数の出力引き出し線を周方向最適位置に配置することができる。

【0023】請求項4記載の構成によれば請求項1記載の導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機において更に、中性点導体は、一本の直線状の導体セグメント（I字状導体ともいう）をスロットに挿通し、その飛出部側を通常の飛出部と同じく周方向に曲げて飛出部側コイルエンドとする。

【0024】このようにすれば、他のU字状導体の配列に邪魔されることなく、曲部側に中性点を配置することができ、更に、飛出部側にてすべての飛出部の先端部すなわち接合部を良好に接合することができる。

【0025】請求項5記載の構成によれば請求項4記載の導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機において更に、各中性点導体は、曲部側コイルエンドよりも更に反ステータコア側に位置して軸方向に重なりつつ周方向に所定角度延在するので、各中性点導体の接続を良好に確保しつつ曲部側におけるステータコイルの必要軸方向長を短縮することができる。

【0026】請求項6記載の構成によれば請求項1記載の導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機において更に、各相コイルは、互いに電気角で位相が π だけ離れてステータコアに波巻きで巻装されて、直列接続された一对の部分相コイルをもつ。

【0027】更に、これら两部分相コイルの接続は、曲部側コイルエンドよりも更に反ステータコア側にて行われる。

【0028】これにより、两部分相コイルの接続が飛出

部の接合部の接続作業の邪魔になることがなく、また飛出部側のステータコイル（飛出部側コイルエンド群）の必要軸方向長が増大することもないという利点が生じる。

【0029】なお、この両部分相コイルの接続は、両部分相コイルを中性点導体や引き出し導体のようなI字状導体とし、その一方又は両方を飛出部側コイルエンドの反ステータコア側にて周方向に必要なだけ延設して行えばよい。

【0030】請求項7記載の構成によれば請求項1乃至6記載の導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機において更に、ステータコイル及びステータコアからなるステータはハウジングと円筒状シール部材とにより密閉され、このステータ収容空間と外部のラジエータとの間で冷却液が循環される。

【0031】本構成では更に、このステータ収容空間のうち、ステータコア両側のコイルエンド収容空間において軸方向に冷却液を流す構造とするので、ポンプ動力を増大することなくステータ冷却効率を向上することができる。

【0032】更に説明する。

【0033】上述した導体セグメント接合型ステータコイルの両コイルエンドでは、各曲部及び各飛出部が軸方向及び周方向に互いに小ギャップを隔てて高密度に延在する。したがって、これら両コイルエンドにおいて冷却液流の主方向を径方向とすると、流体損失が大きく流速が低下し、流速の低下はコイルエンドと冷却液との間の伝熱効率の低下を招いてしまう。

【0034】そこで、本構成では、冷却液流を主としてコイルエンドに沿って軸方向に流す。このようにすれば、コイルエンドによる冷却液流の流れが阻害されることが少なく、隣接する曲部側コイルエンド間及び隣接する飛出部側コイルエンド間の上記小ギャップにコイルエンドに沿って高速の冷却液流を形成することができ、小さいポンプ動力で良好にコイルエンドを冷却することができる。

【0035】更に、本構成では、飛出部側コイルエンド群に比較して曲部側コイルエンド群が上述した引き出し導体や中性点導体をもつために、両コイルエンド群の総表面積の差を縮小することができるので、両方のコイルエンド群の放熱量を均等化することができる。

【0036】請求項8記載の構成によれば請求項7記載の導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機において更に、外部で冷却された冷却液は、飛出部側コイルエンドの軸方向反ステータコア側に向けて形成された開口から冷却液を吐出又は吸入する。

【0037】このようにすれば、冷却液は速度エネルギーの消耗を回避しつつ飛出部側コイルエンドの表面に沿って流れることができる。

【0038】請求項9記載の構成によれば請求項8記載

の導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機において更に、略円筒状の層間絶縁板を径内側の飛出部又は曲部と径外側の飛出部又は曲部との間に介設する。

【0039】このようにすれば、径内側の飛出部又は曲部と径外側の飛出部又は曲部との間の電気絶縁性を向上できるとともに、コイルエンド群中の冷却液流を軸方向に円滑に流すことができる。ただし、この構成では、冷却液は、飛出部側コイルエンドの軸方向反ステータコア側にて、径外側の飛出部側コイルエンドに向けて吐出されるとともに、径内側の飛出部側コイルエンドに向けても吐出される。

【0040】更に本構成では、層間絶縁板とステータコアの端面との間にギャップすなわち径方向通路が形成される。径内側のコイルエンドに沿ってステータコア端面に達した冷却液流はこの径方向通路を通じて層間絶縁板の両側に分配されるので、層間絶縁板の両側の冷却液流量がアンバランスとなることがない。

【0041】請求項10記載の構成によれば請求項1記載の導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機において更に、この導体セグメント接合型ステータコイルを有するステータは、二重ロータ型の回転電機に用いられる。

【0042】このようにすれば、既述したようにハウジングの両端壁部とロータコア端面との間の距離を均等化することにより、円筒状のシャフトを有する外側ロータの振動を低減し、その軸受けを小型化することができる。

【0043】

【発明の実施の形態】本発明の導体セグメント接合型ステータコイルを有する回転電機の好適な態様を以下の実施例を参照して具体的に説明する。

【0044】

【実施例】本発明の回転電機を用いたハイブリッド車用車両駆動装置の一実施例を図1に示すブロック図を参照して以下に説明する。

（全体構造）この装置は、エンジン100、トルクー回転数コンバータ1000、第一インバータ2000、第二インバータ3000、バッテリー4000を有している。

【0045】トルクー回転数コンバータ1000は、同軸二重ロータ構造の回転電機であって、回転軸1100、第1の回転子である第1ロータ（内側ロータ）1200、第2の回転子である第2ロータ1300（外側ロータ）及びステータ1400を有している。

【0046】第1ロータ1200は、回転軸1100に固着された円筒状のコアの外周面近傍に三相コイル1201を巻装してなり、三相コイル1201はスリップリング及びブラシのセット1500を通じて第一インバータ2000と電力授受可能となっている。

【0047】第2ロータ1300は、永久界磁ロータであって、第1ロータ1200に相対回転自在に嵌着されており、第2ロータ1300の内周面側及び外周面側には永久磁石からなる磁極すなわち永久磁極がそれぞれ周方向極性交互かつ互いに所定間隔を隔てて埋設されている。第1ロータ1200の外周面は第2ロータ1300の内周面に小ギャップを隔てて対面し、第1ロータ1200の三相コイル1201は第2ロータ1300の内周面側の永久磁極列に対して発電、トルク発生可能に電磁結合している。

【0048】ステータ1400は、固定子であって、ハウジング1600に固着された円筒状のコア1410と、このコア1410の内周面近傍に巻装された三相ステータコイル1420とを有し、三相ステータコイル1410は第二インバータ3000と電力授受可能となっている。

【0049】第一インバータ2000は、第1ロータ1200と授受する交流電力をバッテリー4000と授受する直流電力に変換し、第二インバータ3000は、ステータ1400と授受する交流電力をバッテリー4000と授受する直流電力に変換している。

【0050】回転軸1100は、エンジン100のクランク軸に直結されており、第2ロータ1300はギヤトレイン1900を通じて車輪駆動用ギヤ装置1901と噛合している。1902はタイヤである。

【0051】ハウジング1600は、上述したようにステータ1400を囲包、支持するとともに、図示しない軸受を介して第1ロータ1200、第2ロータ1300ステータ1400を回転自在に支承している。

【0052】上記構成の同軸二重ロータ構造の回転電機自体は公知であるので、これ以上の説明は省略する。

(装置の動作) インバータ2000、3000は図示しないコントローラにより制御されている。

【0053】このコントローラは、第2ロータ1300の回転位置を回転角度センサ1800から受信し、それに基づいて三相ステータコイル1420に印加する三相交流電圧の位相を決定する。また、回転軸1100の回転位置を回転角度センサ1700から受信し、両ロータの回転位置に基づいて三相コイル1201に印加する三相交流電圧の位相を決定する。また、回転角度センサ1700から受信したエンジン回転数と目標回転数との差に基づいて三相ステータコイル1201に印加する三相交流電圧の平均振幅をPWMフィードバック制御し、これによりエンジンを目標回転数で運転している。更に、三相ステータコイル1420に印加する三相交流電圧の平均振幅をPWM制御することにより、第一の回転電機MG1が第2ロータ1300に与えるトルクと車両駆動トルク要求値との差に等しいトルクを発生する。

(ステータ液冷構造) 次のこの実施例の特徴部分をなすステータ1400の液冷構造について図2を参照して以

下に説明する。

【0054】1610は円筒状シール部材、1620は連通孔、1630はステータ収容空間、1640は飛出部側コイルエンド収容空間、1650は曲部側コイルエンド収容空間、1660、1670は層間絶縁板、1680は吐出口、1690は吸入口である。

【0055】円筒状シール部材1610は、ステータコア1410の内周面に密着して軸方向に延設されるとともに両端がハウジング1600の両端壁部1601、1602の表面に密接、固定されて、ハウジング1600とともに、ステータコア1410及びステータコイル1420を収容するステータ収容空間1630を形成している。円筒状シール部材1610はこの実施例ではポリイミドなどの樹脂材料で形成されているが、アルミニウムなどの非磁性金属材料を採用してもよい。

【0056】連通孔1620は、ステータコア1410の外周面に沿ってハウジング1600の周壁1603に軸方向に凹設され、飛出部側コイルエンド収容空間1640と曲部側コイルエンド収容空間1650とを連通している。

【0057】この実施例では、ステータコイル1420は、スロットSの径外側(奥側)に配設される径外側導体1421と、スロットSの径内側(開口側)に配設される径内側導体1422とを有し、これら径外側導体1421と径内側導体1422とは、後述するように飛出部側コイルエンド群A及び曲部側コイルエンド群Bと呼称される両側のコイルエンド群において、円筒状の層間絶縁板1660、1670により遮断されている。

【0058】吐出口1680は、ハウジング1600の端壁部1601にステータコイル1420の飛出部側コイルエンド群Aに向けて開口され、吸入口1690は、ハウジング1600の端壁部1602にステータコイル1420の曲部側コイルエンド群Bに向けて開口されている。

【0059】吐出口1680は、ポンプ1680から吐出された冷却液を飛出部側コイルエンド群Aに向けて吐出し、この吐出された冷却液は、飛出部側コイルエンド収容空間1640内を、飛出部側コイルエンド群Aを構成する各飛出部側コイルエンド1423に沿って主として軸方向に流れた後、連通孔1620を経由して曲部側コイルエンド収容空間1650内に流入する。

【0060】なお、径内側導体1422の飛出部側コイルエンド1423に沿って層間絶縁板1660の径内側を流れた冷却液の一部は、スロットSの開口側空間S1を通じて曲部側コイルエンド収容空間1650に流れ、残部は、層間絶縁板1660とステータコア1410の端面との間のギャップ(径方向通路)g1を通じて連通孔1620に流入する。

【0061】連通孔1620から曲部側コイルエンド収容空間1650に流入した冷却液の一部は、層間絶縁板

1670よりも径外側に位置する径外側導体1421の曲部側コイルエンド1424に沿って主として軸方向長に流れた後、吸入口1690から外部に排出され、ラジエータ2200に送られる。

【0062】連通孔1620から曲部側コイルエンド収容空間1650に流入した冷却液の残部は、層間絶縁板1670とステータコア1410の端面との間のギャップ（径方向通路）g2を通じて層間絶縁板1670よりも径内側に流れ込み、スロットSの開口側空間S1を通じて流入する冷却液とともに、層間絶縁板1670よりも径内側に位置する径内側導体1422の曲部側コイルエンド1424に沿って主として軸方向長に流れた後、吸入口1690から外部に排出され、ラジエータ2200に送られる。

【0063】図1において、2300、2400はラジエータ2200、ポンプ2100とハウジング1600とを結合する配管部である。

【0064】結局、この同軸二重ロータ構造の回転電機の導体セグメント接合型ステータコイルからなる三相ステータコイル1420は液冷され、第1ロータ1200と第2ロータ1300は第一の回転電機MG1を構成し、第2ロータ1300とステータ1400は第二の回転電機MG2を構成している。

（ステータコイル1420）次に、ステータコイル1420の詳細構造を図1～図9を参照して以下に説明する。

【0065】このステータコイル1420は、星型接続三相コイルであって、導体セグメントをなす多数のU字状導体1433や後述する所定数のI字状導体の先端部同士をステータコア1410の一端側（飛出部側）で順次して接合することにより作製されている。

【0066】各U字状導体1433は、図3に示すように絶縁皮膜で被覆された平角銅線からなり、スロットSに二層に挿入されている。1434はインシュレータである。更に説明すると、U字状導体1433は、図4に示すように、曲部側コイルエンドをなす一個の曲部1433c、互いに約電気角 π 離れた一対のスロットSに個別に収容された一対のスロット導体部1433r、スロット導体部1433rの端から延在して飛出部側コイルエンドをなす一対の飛出部1433sをもち、飛出部1433sの先端部1433dは接合部を構成している。

【0067】曲部1433cの中央は、最も反ステータコア側に位置する頂点1433pとなっており、曲部1433cは頂点1433pから周方向両側に電気角 0.5π ずつ軸方向及び周方向に延設されている。同様に、飛出部1433sも周方向に電気角 0.5π だけ折れ曲がっている。

【0068】更に、U字状導体1433は曲部1433cの頂点1433pで径方向に屈曲されており、これにより、曲部1433cの一半と、それに繋がる一方のス

ロット導体部1433rと、それに繋がる一つの飛出部1433sとからなるU字状導体1433の一半（すなわち径外側導体1421）は、曲部1433cの他の一半と、それに繋がる他方のスロット導体部1433rと、それに繋がる一つの飛出部1433sとからなるU字状導体1433の他の一半（すなわち径内側導体1422）に対して、約U字状導体1433の略径方向長だけ径方向に変位している。

【0069】各U字状導体1433は、ステータコア1411の一対のスロットS内に一方側から貫挿され、スロットSの他方側に突出したU字状導体1433の一対の飛出部1433sを周方向に折り曲げた後、各飛出部1433sの先端部（接合部）1433dを一対ずつ溶接することにより波巻きの星型接続の三相ステータコイル1420としている。なお、更に細かく説明すると、図5に示すように、スロットの径外側導体1421の飛出部1433sの先端部1433dと、スロットの径内側導体1422の飛出部1433sの先端部1433dとが、溶接されている。なお、図4では、飛出部1433sは実線にてその周方向折り曲げ前が示され、二点鎖線にて折り曲げ後が示されている。図4により、各U字状導体1433の曲部1433cはステータコア1410の一方側に配置され、飛出部1433sは他方側に配置されていることがわかる。

【0070】各接合部1433dの溶接完了後のステータコイル1420の部分斜視図を図5に示し、その展開図を図6に示す。1434はインシュレータである。ただし、層間絶縁板1660、1670の図示は省略する。

【0071】この実施例で重要なことは、曲部1433cの軸方向長が、接合部1433dを含む飛出部1433sの軸方向長よりも小さくなっている点にある。これは、曲部1433cの折り曲げはスロットSへの挿入前の加工であるため、絶縁皮膜にストレスを与えたり、破れを生じたりすることなく、従って大角度とすることができのに対して、飛出部1433sはスロットSへの挿入後に折り曲げられるため、折り曲げ動作が制限され易く、また、折り曲げを大きくすると、飛出部1433sとスロット導体部1433rとの境界部がスロットSの開口端のステータコア1410の角部でこすれて絶縁皮膜に傷が付き易くなるため、折り曲げ角を大きくできないためである。その上、飛出部1433sの先端の接合部1433dは溶接の都合上、軸方向に突出させる必要があり、このため、飛出部1433sの軸方向長は曲部1433cよりも更に大きくなってしまいうことになる。

【0072】このため、この実施例では、星型接続三相コイルであるステータコイル1420の中性点をなす導体（本発明でいう中性点導体）や、各相コイルの出力引き出し線をなす導体（本発明でいう引き出し導体）を曲

部1433cよりも更に反ステータコア1410側に配設することにより、曲部側コイルエンド1424、中性点導体、引き出し導体の集合である曲部側コイルエンドBと、飛出部側コイルエンド1423の集合である飛出部側コイルエンド群Aとの間の軸方向長の差を減らすようにしている。

【0073】このステータコイル1420を3相、6極、18スロットとした場合のU相コイルの配線展開図を図7に示す。

【0074】このU相コイルは、実線で図示する波巻コイル（本発明でいう部分相コイル）1433Xと、破線で図示する波巻きコイル（本発明でいう部分相コイル）1433Yを直列接続してなる。波巻コイル1433Xと波巻コイル1433Yとは位相が電気角 π ずれて配置されている。

【0075】波巻コイル1433Xの一端部は、I字状導体1436とされている。

【0076】I字状導体1436は、一つの飛出部1436s、一つのスロット導体部1436r、一つの半曲部1436c、本発明でいう引き出し導体（出力引き出し線）をなす引き出し導体部1436zからなる。I字状導体1436は、一本の直線状の導体セグメントを波巻コイル1433Xの最初のスロットSに挿通し、その飛出部1436sを曲げて、飛出部1436sの先端部1436dを波巻コイル1433Xの最初のU字状導体1433の先端部1433dに溶接してなる。半曲部1436cは通常の曲部1433cの半分のピッチだけ周方向に曲げられている。引き出し導体部1436zは、曲部1433cよりも反ステータコア1410側にて曲部1433cに対して所定ギャップを隔てつつ、半曲部1436cの一端から必要な角度だけ周方向へ延在し、その後、径外側に延設された後、更にハウジング1600の周壁部1603に固定された図示しないコネクタに接続されている。この構成により、本発明でいう出力引き出し線すなわち引き出し導体としての引き出し導体部1436zを曲部側コイルエンド群Bの曲部1433cに軸方向に近接して設けることができる。

【0077】波巻コイル1433Xの他端部も、I字状導体1437とされている。

【0078】I字状導体1437は、一つの飛出部1437s、一つのスロット導体部1437r、一つの半曲部1437c、連結導体部1437zからなる。I字状導体1437は、一本の直線状の導体セグメントを波巻コイル1433Xの最後のスロットSに挿通し、その飛出部1437sを曲げて、飛出部1437sの先端部1437dを波巻コイル1433Xの最後のU字状導体1433の先端部1433dに溶接してなる。

【0079】I字状導体1437の半曲部1437cは通常の曲部1433cの半分のピッチだけ周方向に延在している。連結導体部1437zは、半曲部1437c

の先端から曲部1433cの反ステータコア1410側を曲部1433cとの間で所定ギャップを隔てつつ必要な角度だけ周方向に延設されており、その先端部1437yは波巻コイル1433Yの最初のスロットSに挿通されるI字状導体1439の半曲部1439cの先端1439yに接合される。なお、このI字状導体1439の構成は連結導体部1437zを除いてI字状導体1437と同じであるので説明を省略する。1439dはI字状導体1439の飛出部1439sの先端部（接合部）であり、波巻コイル1433Yの最初のU字状導体1433の飛出部1433sの先端部1433dに溶接されている。

【0080】波巻コイル1433Yの他端部も、I字状導体1438とされている。

【0081】このI字状導体1438は、一つの飛出部1438s、一つのスロット導体部1438r、一つの半曲部1438c、中性点導体部1438zからなる。このI字状導体1438は、一本の直線状の導体セグメントを波巻コイル1433Yの最後のスロットSに挿通し、その飛出部1438sを曲げて、飛出部1438sの先端部を波巻コイル1433Yの最後のU字状導体1433の先端部1433dに溶接してなる。半曲部1438cは通常の曲部1433cの半分のピッチだけ周方向に延在している。本発明でいう中性点導体をなすU相の中性点導体部1438zは、曲部1433cの反ステータコア1410側にて曲部1433cに対して所定ギャップを隔てつつ、半曲部1438cの一端から必要な角度だけ周方向に延在している。

【0082】V相、W相のI字状導体1438の中性点導体部1438zもそれぞれ、上記したU相のI字状導体1438の中性点導体部1438zと同一構造をもつ。ただし、各相の中性点導体部1438zは、図9に示すように軸方向において重なりつつ周方向に延設された後、それらの先端部1438mが溶接されて中性点となる。

【0083】結局、この実施例では、引き出し導体部1436z、連結導体部1437z、中性点導体部1438zは、曲部側コイルエンド群Bの側に、更に好適には曲部側コイルエンド1433cの軸方向外側に近接して設けられるので、曲部側コイルエンド群Bと、飛出部側コイルエンド群Aとの軸方向長の差を減らすことができるわけである。

【0084】また、この実施例によれば、図8に示すように、周方向に延設されて冷却液の主として軸方向の流れを阻害するこれら引き出し導体部1436z、連結導体部1437z、中性点導体部1438zは、流速が大きい吐出口1680（図2参照）の近傍に設けられないので、流体抵抗を低減することができる。なお、図8では層間絶縁板1670の図示は省略している。

（変形例）引き出し導体部1436zの他例を図9に示

す。

【0085】この例では、引き出し導体部1436zは、軸方向に引き出されて、ハウジング1600の端壁部に固定された図示しないターミナルに接続されている。

（変形例）ステータコイルの構成は、星型接続多相コイルであれば種々の巻線構造を採用できる。たとえば、上述した波巻コイル1433Xと1433Yとからなる組巻線を、周方向に $\pi/6$ 変位させてもう1組形成し、直列接続して一個の相コイルとしてもよい。この場合には短節結線部が形成される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の回転電機を用いたハイブリッド車用車両駆動装置の一実施例を示すブロック図である。

【図2】図1に示すステータの軸方向断面図である。

【図3】図1に示すステータの部分径方向断面図である。

【図4】図1に示すステータコイルを構成するU字状導体の形状を示す模式斜視図である。

【図5】図1に示すステータの部分斜視図である。

【図6】図1に示すステータの軸心から径方向にみた展開図である。

【図7】図1に示すステータコイルの展開配線図である。

【図8】図1に示すステータ（中性点導体を含む位置における）の部分斜視図である。

【図9】図7に示すステータコイルの変形例を示す部分展開配線図である。

【符号の説明】

Sはスロット、

1200は第1ロータ（ロータ、内側ロータ）、

1300は第2ロータ（ロータ、外側ロータ）、

1410はステータコア、

1420はステータコイル（導体セグメント接合型ステータコイル）、

1433はU字状導体、

1433cはU字状導体の曲部、

1433rはU字状導体のスロット導体部、

1433sはU字状導体の飛出部、

1433dはU字状導体の飛出部の先端部（接合部）、

1433X、1433Yは波巻きコイル（部分相コイル）、

1436zは引き出し導体部（引き出し導体）、

1437zは連結導体部（連結部）、

1438zは中性点導体部（中性点導体）、

1600はハウジング、

1601、1602はハウジングの端壁部（端壁）

1603はハウジングの周壁部、

1610は円筒状シール部材、

1620は連通孔、

1630はステータ収容空間、

1640、1650はコイルエンド収容空間

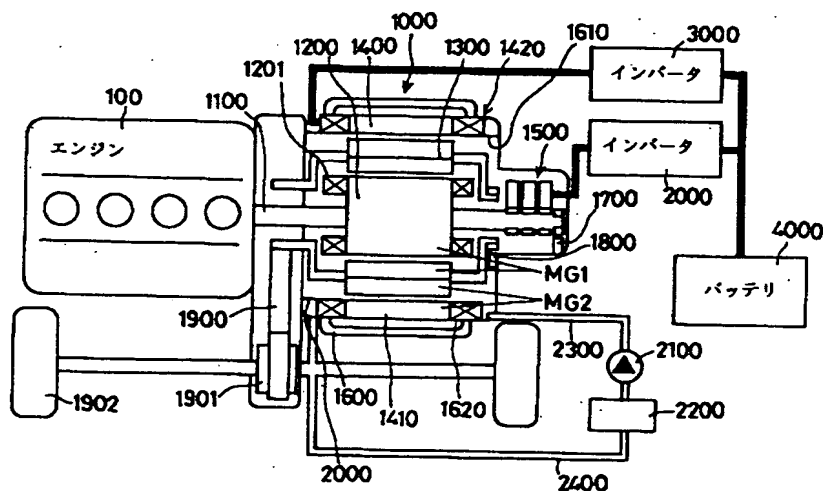
1660、1670は層間絶縁板、

2100はポンプ、

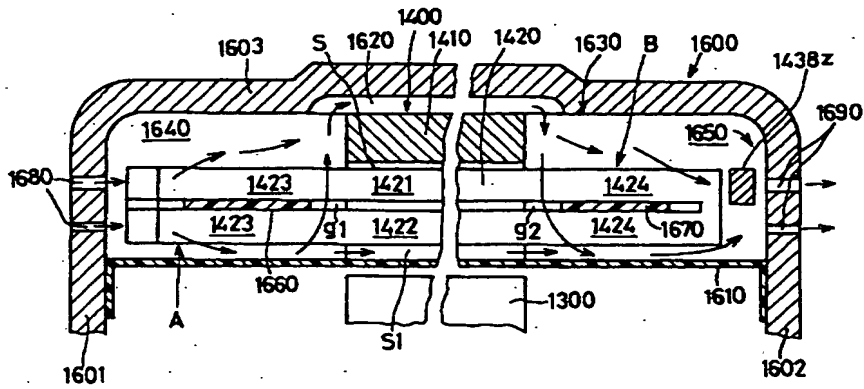
2200はラジエータ、

2300、2400は配管部。

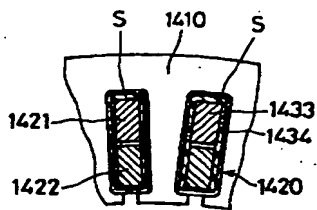
【図1】



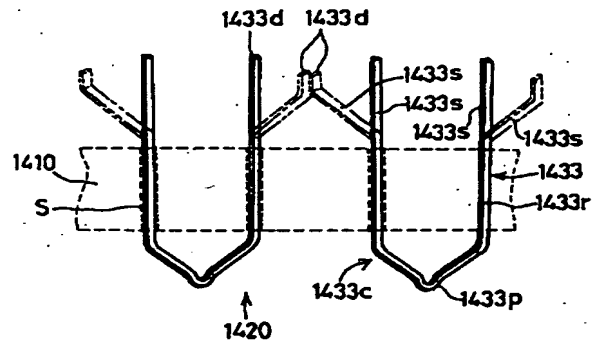
【図2】



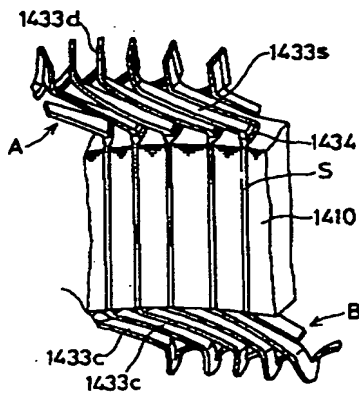
【図3】



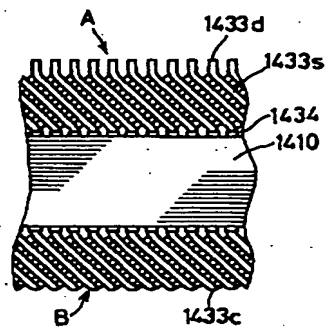
【図4】



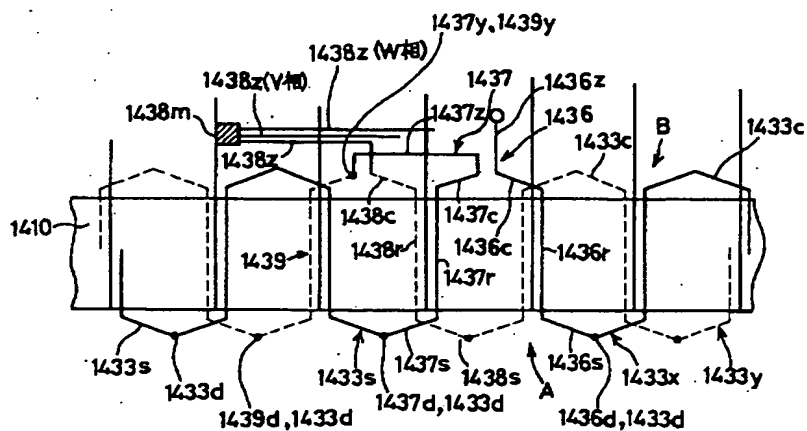
【図5】



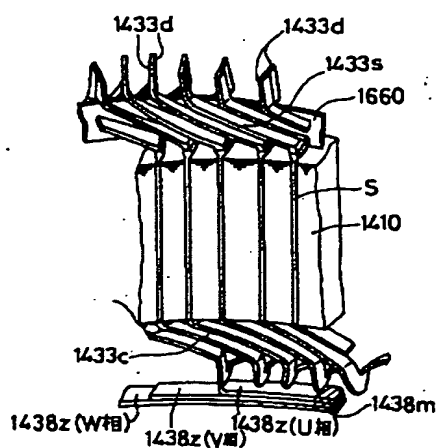
【図6】



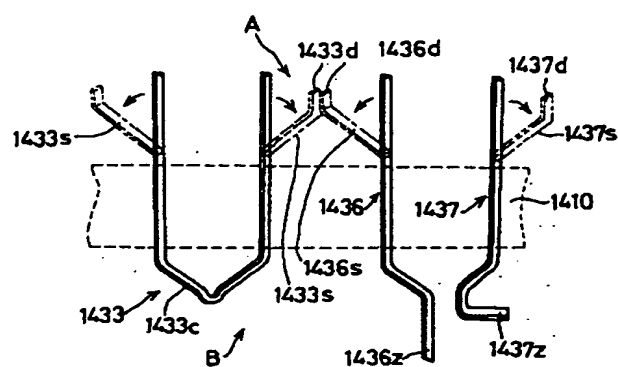
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H603 AA09 AA13 BB01 BB02 BB09
 BB11 CA01 CA05 CB02 CB03
 CB04 CB16 CC03 CC17 CD02
 CD22 EE01
 5H605 AA01 BB01 BB05 BB17 CC01
 CC03 DD09 FF06 GG02
 5H609 BB03 BB11 BB13 BB19 PP02
 PP05 PP06 PP07 PP08 PP09
 QQ01 QQ10 QQ12 RR27 RR31
 RR42 RR46 RR51

